

# PERBAIKAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS RESIN AKRILIK POLIMERISASI PANAS DENGAN PENAMBAHAN SERAT KACA

(IMPROVEMENT OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE HOT  
POLYMERIC ACRYLIC RESIN BY ADDING GLASS FIBRE)

Zuriah Sitorus\*, Eddy Dahar\*\*

\*Departemen Fisika

Fakultas Matematik Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara

\*\*Departemen Prostodonsia

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatera Utara

Jl. Alumni No. 2 Kampus USU Medan

## Abstract

Heat Polymeric Acrylic Resin (RAPP) has been used mostly as basic material for producing dentures. It has advantages such as biocompatible state, much more esthetic, easy to process, and it doesn't need laboratory skill for repairing. RAPP still has disadvantages, especially the force and the hardness, so it's often got fractured during application. Some literatures reported that by adding carbon, metal, or glass fibre in certain rate can improve it's physical and mechanical properties. The aim of study was to compare the physical and mechanical state of RAPP with and without adding glass fibre. This experiment used glass fibre was made in Taiwan Glass with size 4 mm, 6 mm, and 8 mm. Its total volume was 1%. The test was included density, porosity, water absorption, compressive strength, hardness Vickers, tensile strength, young's module, impact and transversal power, color coordinate and microstructure analysis. The result showed that RAPP in additional glass fibre sized 6 mm constitute an optimum condition, obtained: density  $1.25 \text{ g/cm}^3$ , porosity 0,46%, water absorption 0.36%, compressive strength 88.89 Mpa, impact strength  $6.70 \text{ j/mm}^2$ , transversal strength 129 Mpa. There was no significant change of colour in acrylic resin. In conclusion, by adding glass fibre size 6 mm about 1% of RAPP total volume could generate the improvement in quality of optimum physical and mechanical properties in RAPP.

**Key words:** hot polymerization acrylic resin, glass fiber, physical and mechanical properties

## Abstrak

Resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) banyak digunakan sebagai bahan pembuat basis gigi tiruan, karena memiliki sejumlah keunggulan di antaranya bersifat biokompatibel, kualitas estetik yang cukup memuaskan, penyerapan air yang rendah, memiliki konduktivitas termal yang baik, mudah diproses dan direparasi tanpa membutuhkan tenaga ahli laboratorium. RAPP masih memiliki kekurangan terutama dalam hal kekuatan dan kekerasan sehingga bahan ini tidak jarang mengalami retak atau fraktur akibat pemakaian. Beberapa literatur melaporkan bahwa penambahan serat karbon, serat metal, atau serat kaca dalam jumlah tertentu dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis bahan RAPP. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sifat fisis dan mekanis RAPP yang ditambah serat kaca dengan RAPP tanpa penambahan serat kaca. Serat kaca yang digunakan adalah produk Taiwan Glass berukuran 4 mm, 6 mm dan 8 mm sebanyak 1% dari total volume RAPP. Pengujian yang dilakukan meliputi : densitas, porositas, absorpsi air, kekuatan tekan, kekerasan *vickers*, kekuatan tarik, modulus kekuatan impak dan kekuatan transversal, koordinat warna dan analisa mikrostruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm merupakan kondisi optimum, diperoleh : densitas  $1,25 \text{ g/cm}^3$ , porositas 0,46%, absorpsi air 0,36%, kekuatan tekan 88,89 Mpa, kekerasan *vickers* 21,067kg/mm<sup>2</sup>, kekuatan tarik 70,43 Mpa, modulus 3328,49 Mpa, kekuatan impak 6,70 j/mm<sup>2</sup>, kekuatan tranversal 129 Mpa. Tidak terlihat adanya perubahan yang signifikan pada warna resin akrilik. Sebagai kesimpulan, penambahan serat kaca ukuran 6 mm sebanyak 1% dari total volume RAPP ternyata dapat menghasilkan peningkatan kualitas fisis dan mekanis yang optimum dari RAPP.

**Kata kunci:** resin akrilik polimerisasi panas, serat kaca, sifat fisis mekanis

## PENDAHULUAN

Resin akrilik sudah digunakan di bidang kedokteran gigi sejak pertengahan tahun 1940 untuk berbagai keperluan seperti untuk *splinting*, pelapis estetik, bahan pembuat mahkota tiruan dan anasir gigi tiruan, piranti ortodonti, bahan reparasi, dan bahan pembuat basis gigi tiruan lepasan.<sup>1,3</sup> Resin akrilik yang digunakan di bidang kedokteran gigi umumnya dibedakan atas 3 jenis, yaitu resin akrilik swapolimerisasi, resin akrilik polimerisasi sinar, dan resin akrilik polimerisasi panas (RAPP). Hingga saat ini, RAPP banyak diminati sebagai bahan pembuat basis gigi tiruan lepasan karena bahan ini memiliki sejumlah keunggulan di antaranya kualitas estetik yang cukup memuaskan, penyerapan air yang rendah, memiliki konduktivitas termal yang baik, biokompatibel, mudah diproses dan direparasi tanpa membutuhkan tenaga ahli laboratorium, serta ekonomis.<sup>1</sup> Meskipun demikian, basis gigi tiruan RAPP masih memiliki kekurangan terutama dalam hal kekuatan dan kekerasan sehingga bahan ini tidak jarang mengalami retak atau fraktur setelah beberapa lama pemakaian akibat terkena benturan dan tarikan yang dialami secara berulang-ulang. Oleh karena itu, sulit untuk memprediksi daya tahan basis gigitiruan RAPP karena banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi kekuatannya.<sup>1,3,5</sup>

RAPP dapat dimodifikasi untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis yang lebih baik lagi seperti kekuatan *fatigue* dan dampak yang lebih besar, yaitu dengan cara menambahkan kopolimer *butadiene-styrene rubber* yang dapat bertindak sebagai *internal shock absorber* untuk menahan stress yang diterima oleh bahan dan meningkatkan kekuatan lentur serta daya tahan terhadap fraktur akibat kekuatan dampak. Resin akrilik *high impact* ini dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti RAPP namun sayangnya harga resin ini jauh lebih mahal, yaitu mencapai 10-20 kali harga RAPP.<sup>1,2</sup>

Upaya lain yang pernah dilakukan untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis RAPP, di antaranya ialah dengan menambahkan bahan penguat ke dalam bahan RAPP seperti serat karbon, serat metal, atau serat kaca (*glass fiber*).<sup>6-11</sup> Pemakaian serat karbon atau serat metal sebagai penguat memiliki kekurangan dalam segi estetik.<sup>12</sup>

Serat kaca adalah material berbentuk serabut-serabut yang sangat halus yang mengandung bahan kaca. Sediaan serat kaca dapat berupa potongan kecil, batang, dan anyaman di mana masing-masing serat kaca tersebut menghasilkan kekuatan mekanis yang berbeda-beda terhadap resin akrilik. Gulay Uzun dan Filiz Keyf melaporkan bahwa serat kaca

berbentuk anyaman paling baik untuk memperkuat hasil reparasi resin akrilik. Meskipun demikian, serat kaca berbentuk anyaman maupun batang sulit untuk diaplikasikan pada pembuatan basis gigitiruan RAPP.<sup>13</sup>

Hasil penelitian Karacaer yang menggunakan RAPP yang ditambah serat kaca potongan kecil ukuran 4, 6, dan 8 mm sebanyak 1% dapat meningkatkan kekuatan dampak dan transversalnya, namun belum diketahui bagaimana pengaruh penambahan serat kaca tersebut terhadap sifat fisis dan mekanis lainnya.<sup>11</sup>

Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai perubahan sifat fisis dan mekanis pada RAPP yang ditambah serat kaca dalam ukuran yang berbeda. Hasilnya dibandingkan dengan RAPP tanpa penambahan serat kaca untuk mempertimbangkan keuntungan yang diperoleh.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories menggunakan RAPP merk GC-America, Inc yang diproses sesuai petunjuk pabrik. Sampel dibuat berbentuk batang dengan ukuran 65 mm x 10 mm x 2,5 mm. Jumlah keseluruhan sampel adalah 16 yang dihitung memakai rumus Steel dan Torrie, dan dibagi atas 4 kelompok, yaitu kelompok A: 4 sampel RAPP tanpa penambahan serat kaca sebagai kelompok kontrol; B: 4 sampel RAPP dengan penambahan serat kaca potongan 4 mm; C: 4 sampel RAPP dengan penambahan serat kaca potongan 6 mm; dan D: 4 sampel RAPP dengan penambahan serat kaca potongan 8 mm. Untuk memperoleh 4 sampel kelompok A digunakan GC dengan perbandingan 9 gr bubuk polimer: 3,6 ml cairan monomer, sedangkan untuk mendapatkan sampel kelompok B, C, dan D ke dalam RAPP ditambahkan serat kaca merk Taiwan *Glass* buatan Taiwan sebanyak 1% dari total berat polimer dan monomer yang digunakan.

Setelah proses curing diselesaikan, sampel dirapikan menggunakan bur *fraser* hingga permukaan rata kemudian dihaluskan dengan kertas pasir *water-proof* ukuran 400 dan 600 sebelum akhirnya dipoles menggunakan *polishing motor* dengan kecepatan 500 rpm untuk menghasilkan permukaan yang rata, halus, dan mengkilat.

Pengukuran sampel dilakukan untuk mengetahui perubahan karakteristik sifat fisik RAPP sebelum dan sesudah penambahan serat kaca ukuran 4 mm, 6 mm dan 8 mm, meliputi densitas (*density*), porositas (*porosity*), penyerapan air (*water absorption*), kekuatan tekan (*Compressive Strength*), kekerasan

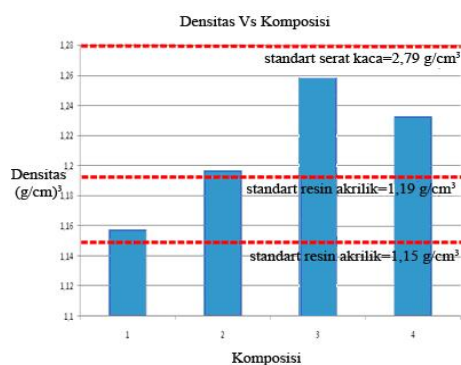
(*Hardness Vickers*), kekuatan tarik (*Tensile Strength*), modulus young's, kekuatan impak (*Impact Strength*), analisis warna, dan analisis mikrostruktur.

Pengukuran masing-masing kelompok sampel dilakukan empat kali kemudian diambil rata-ratanya. Pengukuran densitas dilakukan memakai prinsip Archimedes sedangkan untuk pengukuran porositas dan absorpsi air dilakukan mengacu pada ASTM C 373. Untuk mengetahui berapa besar kekuatan tekan dilakukan pengujian menggunakan alat *Universal Testing Machine* sementara untuk mengukur kekerasan digunakan alat *microhardness tester*, Matsuzawa MXT-50 dengan penumpu berupa *diamond pyramide* dan pengujian ini mengacu pada standar ASTM E 18-D2. Uji kekuatan tarik digunakan alat *universal testing machine* (UTM) dan pengujian mengacu pada standar ASTM C 773.

Analisis stabilitas warna dilakukan untuk mengetahui perubahan warna yang terjadi terhadap perendaman dalam cairan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . Alat yang digunakan adalah Color Difference Meter WSC-S, sedangkan untuk analisis mikrostruktur diidentifikasi memakai alat *Scanning Electron Microscope*-EDX.

## HASIL

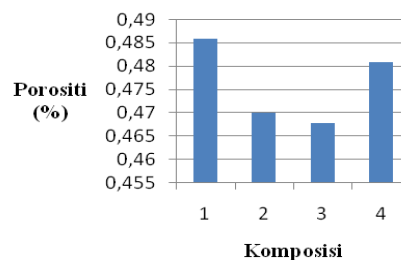
Hasil penelitian menunjukkan rerata densitas RAPP berada pada interval 1,15-1,25  $\text{gr/cm}^3$  dengan nilai tertinggi terdapat pada RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm dan terendah pada RAPP tanpa penambahan serat kaca (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik hubungan densitas terhadap komposisi resin akrilik polimerisasi panas

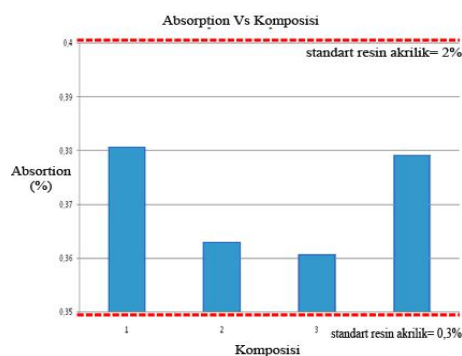
Hasil uji porositas menunjukkan porositas RAPP berada pada interval 0,46-0,48% dengan nilai tertinggi (0,48%) terdapat pada RAPP tanpa penambahan serat kaca dan terendah (0,46%) pada RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm (Gambar 2).

## Porositi Vs Komposisi



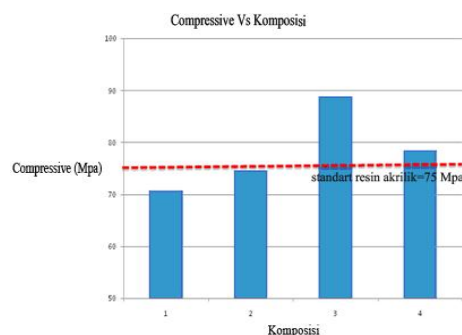
Gambar 2. Grafik hubungan porositi terhadap komposisi resin akrilik polimerisasi panas

Nilai penyerapan air RAPP berada pada kisaran 0,36-0,38% dengan nilai tertinggi terdapat pada RAPP tanpa penambahan serat kaca (0,38%) dan terendah pada RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm (0,36%) (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik hubungan absorption terhadap komposisi resin akrilik polimerisasi panas

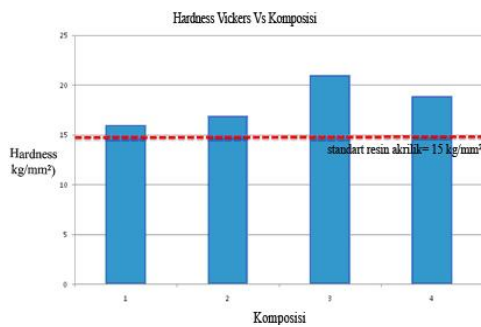
Nilai kekuatan tekan RAPP berada pada interval 70,74-88,89 Mpa dengan nilai tertinggi terdapat pada RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm dan terendah pada RAPP tanpa penambahan serat kaca (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik hubungan kekuatan tekan terhadap komposisi

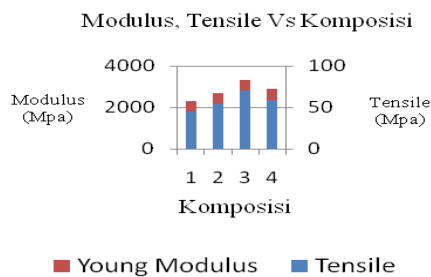
Hasil uji kekerasan ditemukan bahwa nilai kekerasan RAPP berada pada interval 16,03-18,93

kg/mm<sup>2</sup> dengan nilai tertinggi terdapat pada RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm dan terendah pada RAPP tanpa penambahan serat kaca (Gambar 5).



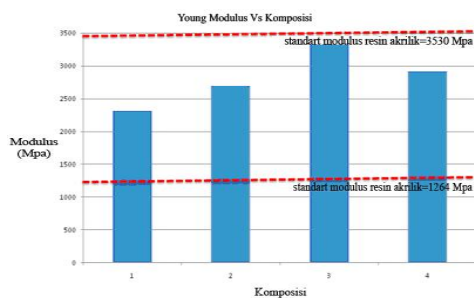
Gambar 5. Grafik hubungan kekerasan vickers terhadap komposisi

Nilai rerata kekuatan tarik ditemukan tertinggi pada kelompok RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm, yaitu sebesar 70,43 Mpa sedang yang terendah terdapat pada kelompok kontrol, yaitu sebesar 44,44 Mpa (Gambar 6).



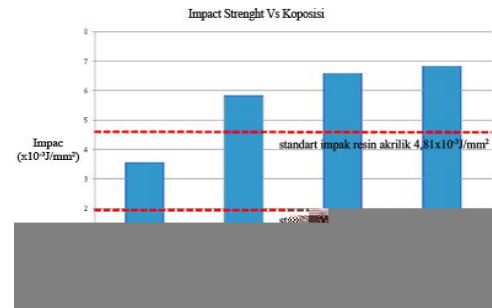
Gambar 6. Grafik hubungan antara modulus dan tensil terhadap komposisi

Nilai modulus young's RAPP ditemukan berada pada interval 2311,33-3328,49 Mpa. Nilai tertinggi terdapat pada RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm sedangkan terendah terdapat pada RAPP tanpa penambahan serat kaca (Gambar 7).



Gambar 7. Grafik hubungan antara Young modulus terhadap komposisi

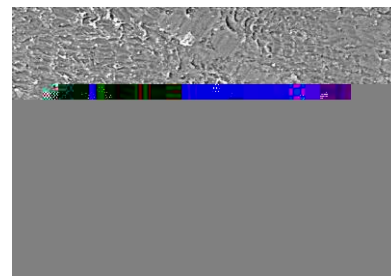
Pada uji kekuatan impak diperoleh hasil bahwa RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 8 mm memiliki nilai kekuatan impak tertinggi, yaitu  $6,83 \cdot 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  sedangkan terendah  $3,58 \cdot 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  ditemukan pada RAPP tanpa penambahan serta kaca (Gambar 8).



Gambar 8. Grafik hubungan antara kekuatan impak terhadap komposisi

Hasil analisis warna menggunakan metode *Red Green Blue* (RGB) setelah dilakukan perendaman sampel dalam Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> dengan konsentrasi yang bervariasi tidak ditemukan adanya perubahan warna.

Pengamatan terhadap mikrostruktur RAPP tanpa penambahan serat kaca menggunakan SEM dengan pembesaran 200 X dan 1000 X memperlihatkan bahwa bubuk polimer terdistribusi secara merata dengan cairan monomernya, namun permukaannya tidak mulus (Gambar 9 dan 10).



Gambar 9. Mikrostruktur RAPP perbesaran X 200



Gambar 10. Mikrostruktur RAPP perbesaran X 1000

Hasil pengamatan mikrostruktur RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm. untuk masing-masing perbesaran menunjukkan, bahwa serat kaca yang ditambahkan terdistribusi secara merata dalam RAPP dan poros yang terbentuk berukuran lebih kecil.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan serat kaca ke dalam bahan RAPP dengan ukuran dan jumlah tertentu ternyata dapat memperbaiki sifat fisik bahan tersebut. Di antara ketiga kelompok perlakuan, kelompok RAPP dengan penambahan serat kaca ukuran 6 mm memperlihatkan hasil adhesi optimal antara serat kaca dengan matriks polimer sehingga densitasnya mencapai nilai yang maksimal, namun penambahan serat kaca dengan ukuran 8 mm sebanyak 1% dari volume RAPP mengakibatkan proses polimerisasi terjadi lebih lambat sehingga terbentuk kekosongan atau rongga dan proses adhesi tidak lagi optimal.<sup>7,13</sup> Berdasarkan referensi ISO 1183, resin akrilik polimerisasi panas memiliki densitas yang relatif rendah yaitu sekitar 1,15-1,19 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan resin polimerisasi panas terdiri atas kumpulan atom-atom ringan, seperti karbon, oksigen dan hidrogen. Densitas merupakan fungsi dari kerapatan komposisi sehingga dengan menambahkan serat kaca yang nilai densitasnya 2,79 gr/cm<sup>3</sup> dapat mengisi rongga kosong sehingga meningkatkan nilai densitas dan kekuatan bahan RAPP.<sup>3,4,9</sup>

Hubungan densitas suatu bahan adalah berbanding terbalik dengan nilai porositasnya, di mana semakin besar nilai densitas maka semakin sedikit terbentuknya rongga atau poros dalam bahan tersebut sehingga mempengaruhi sifat mekaniknya salah satu penyebab kegagalan suatu bahan adalah keberadaan porositas. Porositas akan mempengaruhi sifat mekanis bahan, struktur berpori akan menurunkan kekuatan dan kekerasan.

nya, namun permukaannya tidak mulus baik pada RAPP tanpa maupun dengan penambahan serat kaca. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses pencetakan yang kurang bagus sehingga terdapat sisa monomer pada *moulting*.<sup>7,12</sup>

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kaca dalam jumlah dan ukuran tertentu ke dalam RAPP dapat memperbaiki sifat fisik dari RAPP. Penambahan serat kaca ukuran 6 mm sebanyak 1% dari total volume RAPP ternyata dapat menghasilkan peningkatan kualitas fisik yang optimum dari RAPP. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan mekanis bahan RAPP yang ditambah serat kaca dengan volume yang bervariasi.

### Daftar Pustaka

1. Carr AB, McGivney GP, Brown DT. McCracken's removable partial prosthodontics. 11<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2005: 9.
2. Anusavice, Kenneth J, Phillips. Buku ajar ilmu bahan kedokteran gigi. Alih Bahasa. Johan Arif Budiman, Susi Puwoko, Lilian Juwono. Edisi 10, Jakarta: EGC, 2003: 197-8, 206-7, 210.
3. Ferrancane JL. Materials in dentistry: principles and applications 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Walkins, 2001: 262-5.
4. Craig RG, Powers JM, Dental materials properties and manipulations 7<sup>th</sup>ed, India: Mosby, 2000: 257-70.
5. Kanie T, Fujii K, Arikawa H. Flexural properties and impact strength of denture base polymer reinforced with woven glass fibres. Dent J 2000; 16: 150-8.
6. Tacir IH, Kama JD, Zortuk M. Flexural properties of glass fibre reinforced acrylic resin polymers. J Aust Dent 2006; 51: 52-6.
7. Mahalistyani R, Ratwita, DF. Dimensional change of acrylic resin plate after the reinforcement of glass fibre. Dent J 2007; 40 (2): 61-4.
8. Vojdani M, Kaledi AAR. Tranverse strength of reinforced denture base resin with metal wire and e-glass fibers. Dent J 2006; 3: 167-72.
9. Lee SI, Kim CW, Lim YJ. Strength of glass fiber reinforced PMMA resin and surface roughness changed after abrasion test. J Korean Acad Prosthodont 2007; 45: 310-20.
10. Rahamneh LA. Impact strength of acrylic resin denture base material after the addition of different fibers. Pakistan Oral & Dental J 2009; 29(1) : 181-3.
11. Karacaer O, Pollat TN, Tazvergil A. The effect of length and concentration of glass fibers on the mechanical properties of an injection and a compression molded denture base polymer. J Prosthet Dent 2003; 90: 385-93.
12. Anonymous. Kaca serat 2007. <http://id.wikipedia.org/wiki/kacaserat> (Desember 2010).
13. Uzun G, Keyf F. The effect of woven, chopped and longitudinal glass fibers reinforcement on the transverse strength of a repair resin. J Biomaterial Appl 2001; 15: 351-8.
14. Goguta L, Masavina L, Bratu D. Impact strength of acrylic heat curing denture base resin reinforced with e-glass fibers. TMJ 2006; 56: 1.
15. Obukuro M, Takahashi Y, Shimizu H. Effect of diameter of glass fiber on flexural properties of fiber-reinforced composites. Dent Mater J 2008; 27 (4) : 541-8.